

# Couplage vent - structure

- Estimation corrigée de facteur de pointe dans le design de cladding
- Modélisation aéroélastique de structures en interaction

François Rigo

francois.rigo@uliege.be +32 494 40 46 16

Financement : FNRS — Promoteurs : V. Denoël, T. Andrianne — Affiliations : Structural & Stochastic Dynamics.

## PARTENAIRES



WIND TUNNEL  
LABORATORY

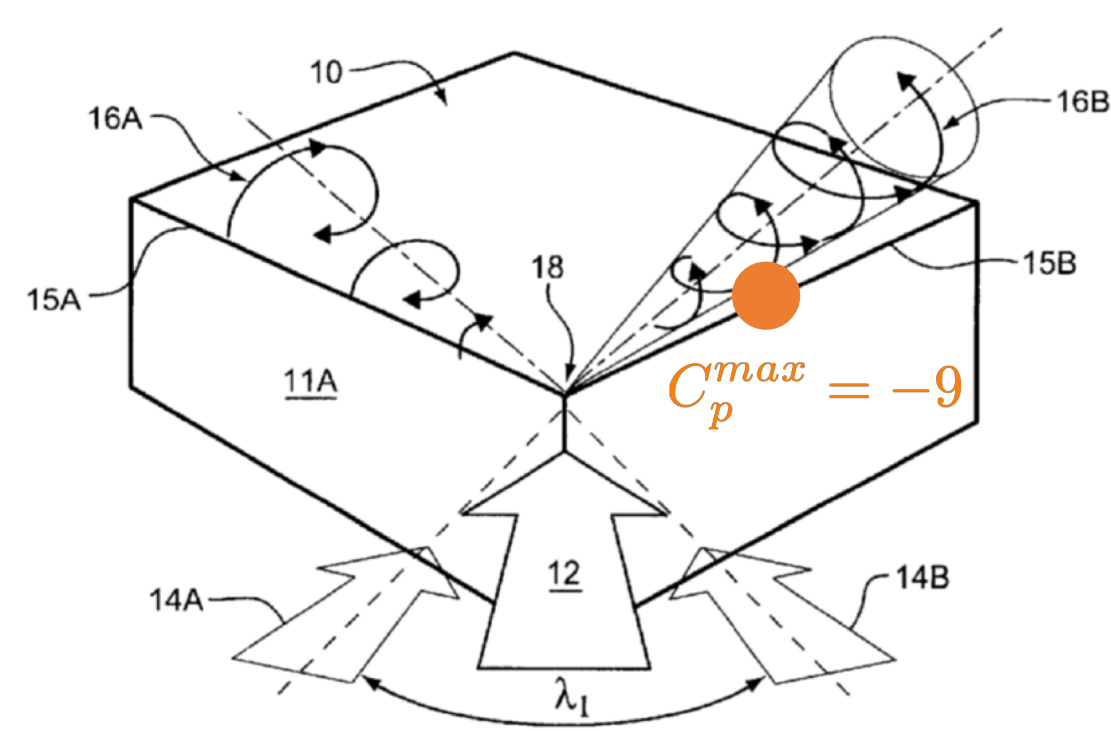
## APEÇU GÉNÉRAL DU PROJET

Projet 1: Développer une nouvelle méthode de traitement de mesures de pressions en soufflerie dans le cadre du design d'éléments de façades soumis au vent, grâce à une analyse statistique d'ordre élevé sur de longues mesures.

Projet 2: Etablir un modèle d'interaction de plusieurs cylindres en VIV, afin de prédire leurs conditions critiques et leurs réponses.

### 1. PROJET 1: MOTIVATION

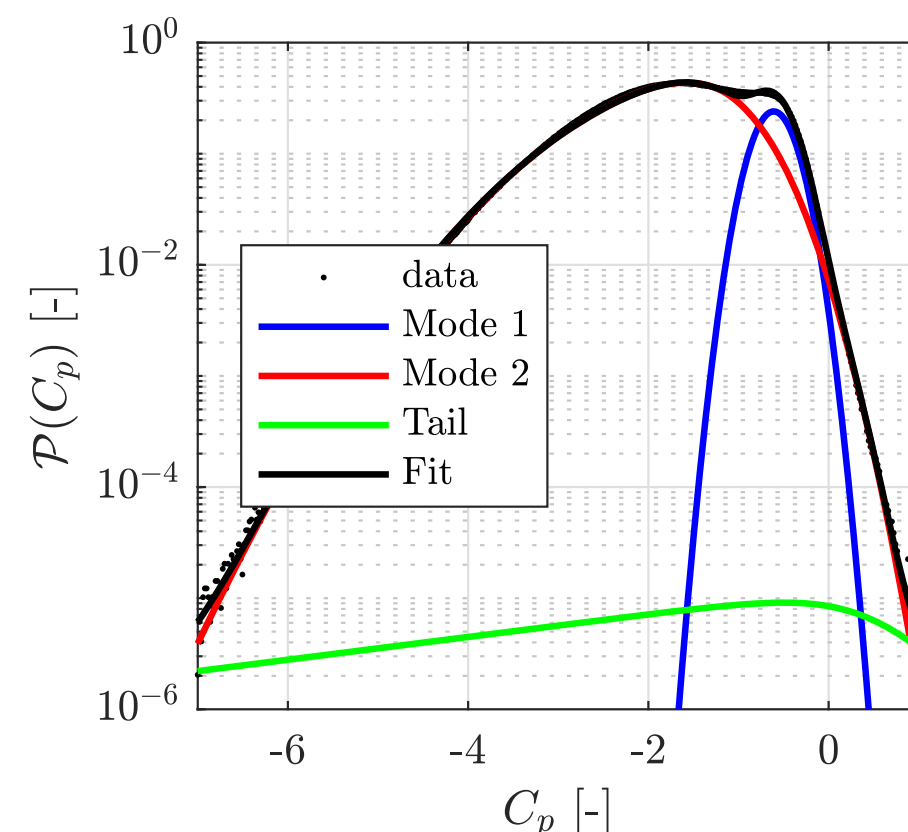
Pour concevoir de manière fiable des structures soumises au vent, l'estimation des facteurs de pointe est nécessaire. Les éléments de façades peuvent être soumis à des pressions très négatives, au voisinage de de coins, dans des couches de cisaillement ou de vortex.



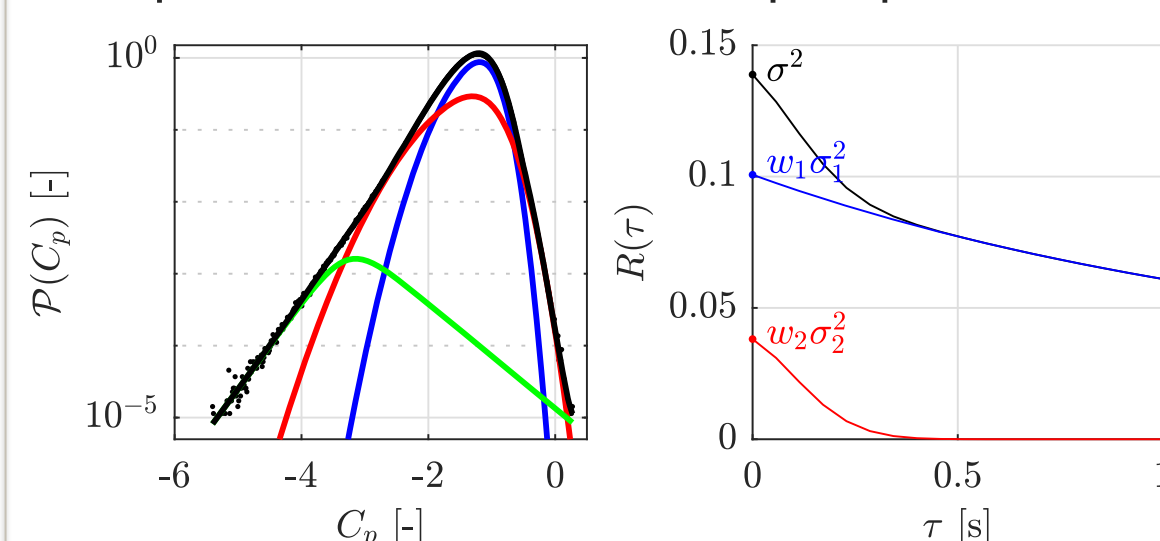
Banks et al. [2003]

Les densités de probabilités (PDF) sont alors fortement non gaussiennes et peuvent faire intervenir plusieurs composantes. Les méthodes usuelles d'estimation de facteur de pointe reposant sur une translation d'un seul processus sont alors limitées.

### 2. METHODES

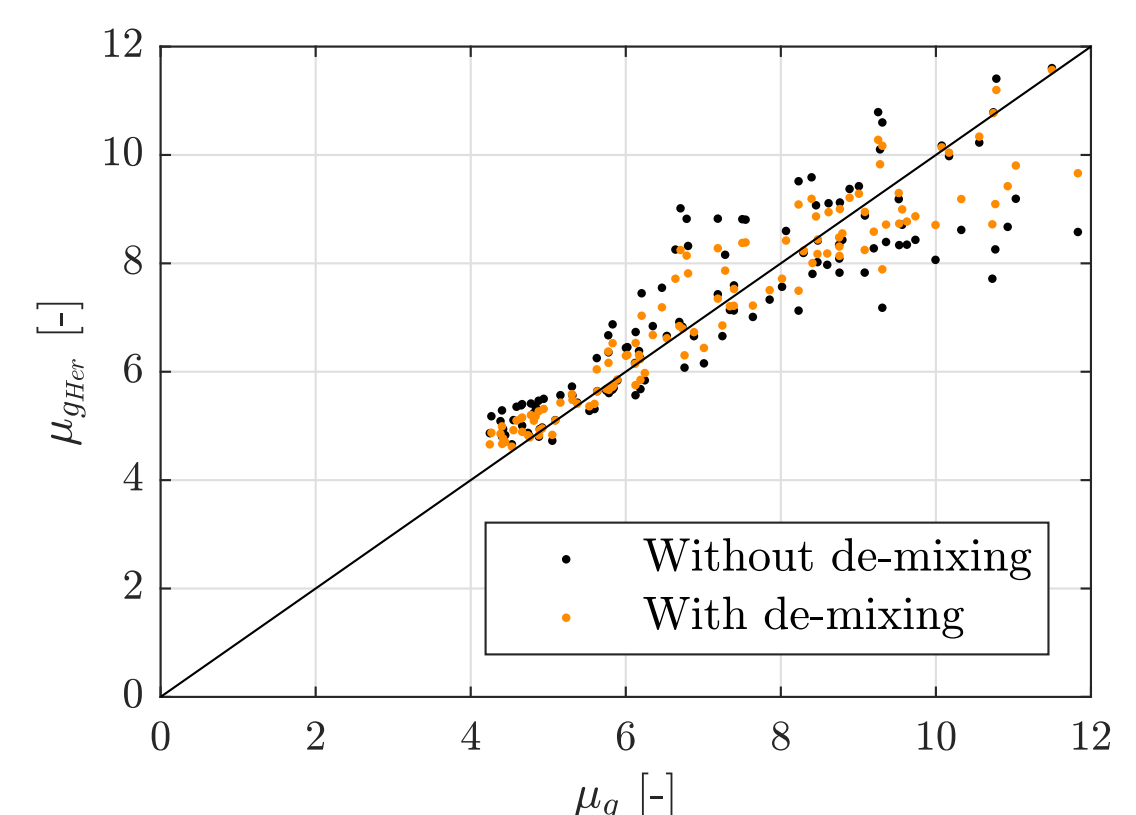


L'approche proposée utilise des techniques de dé-mixage des composantes pour corriger les méthodes d'estimation existantes en utilisant seulement la composante associée aux pressions de pointe. L'ajustement non-linéaire est mal conditionné lorsque les composantes ont des statistiques proches.



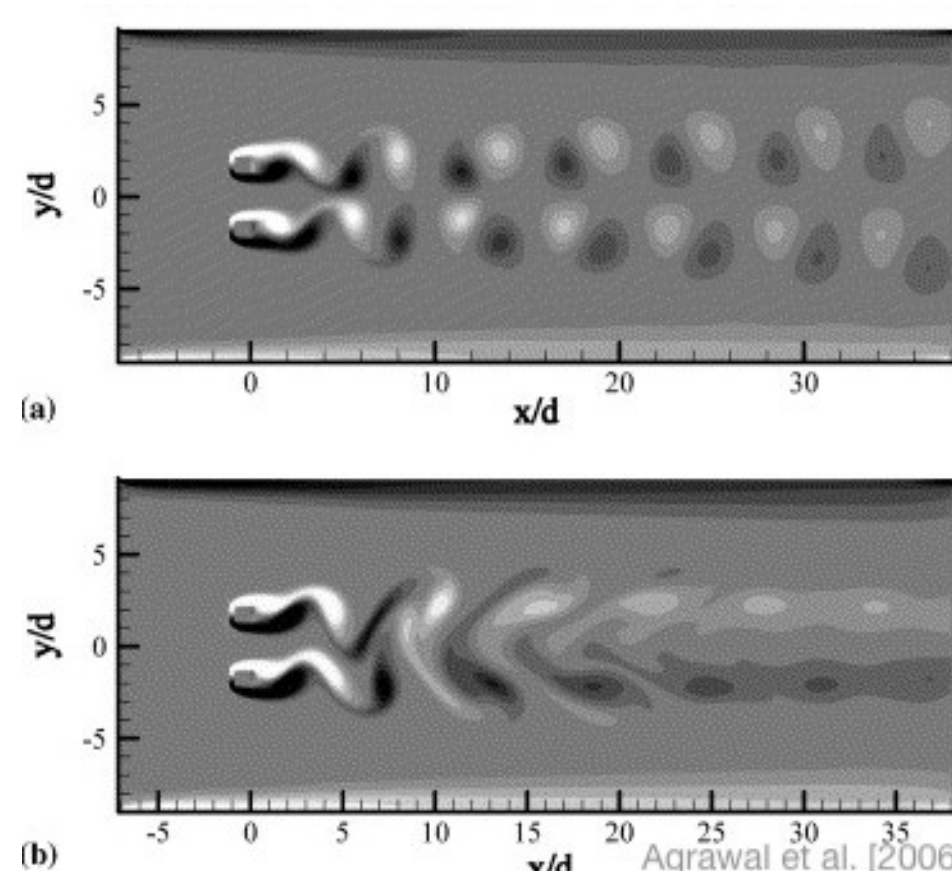
### 3. RESULTATS

L'analyse des échelles de temps permet alors de contraindre l'optimisation. Elle permet aussi une compréhension physique des composantes en un mode 1 de réponse turbulente et un mode 2 associé aux tourbillons de coin. La méthode est appliquée au cas d'un toit de bâtiment soumis à un vent turbulent. Le dé-mixage aidé par la fonction d'autocorrélation permet d'améliorer l'estimation du facteur de pointe dans les zones les plus sollicitées. Le spectre de réponse corrobore aussi l'interprétation physique des composantes.



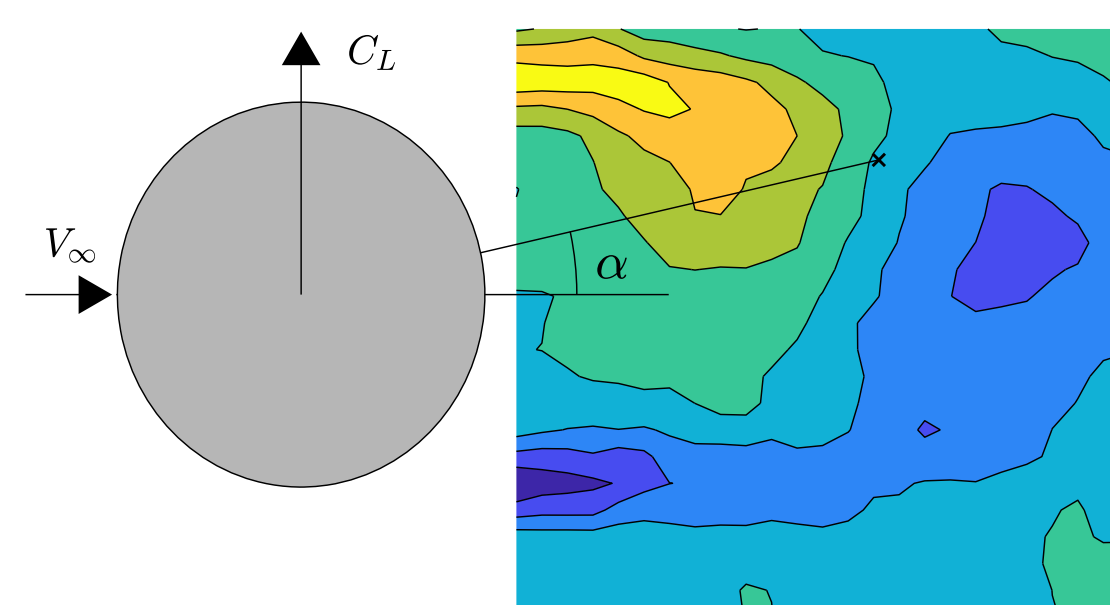
### 4. PROJET 2: CONTEXTE

Les vibrations induites par détachements tourbillonnaires (VIV) sont des instabilités aéroélastiques qui excitent une structure non profilée suivant ses modes propres dans une gamme de vitesse (tour, cheminée, échangeur de chaleur...). Des modèles existent pour prédire la vitesse critique de VIV et l'amplitude de vibration résultante mais ils utilisent des coefficients empiriques et ne fonctionnent que dans des cas simples pour une seule structure (cylindre simple...).



Agrawal et al. [2006]

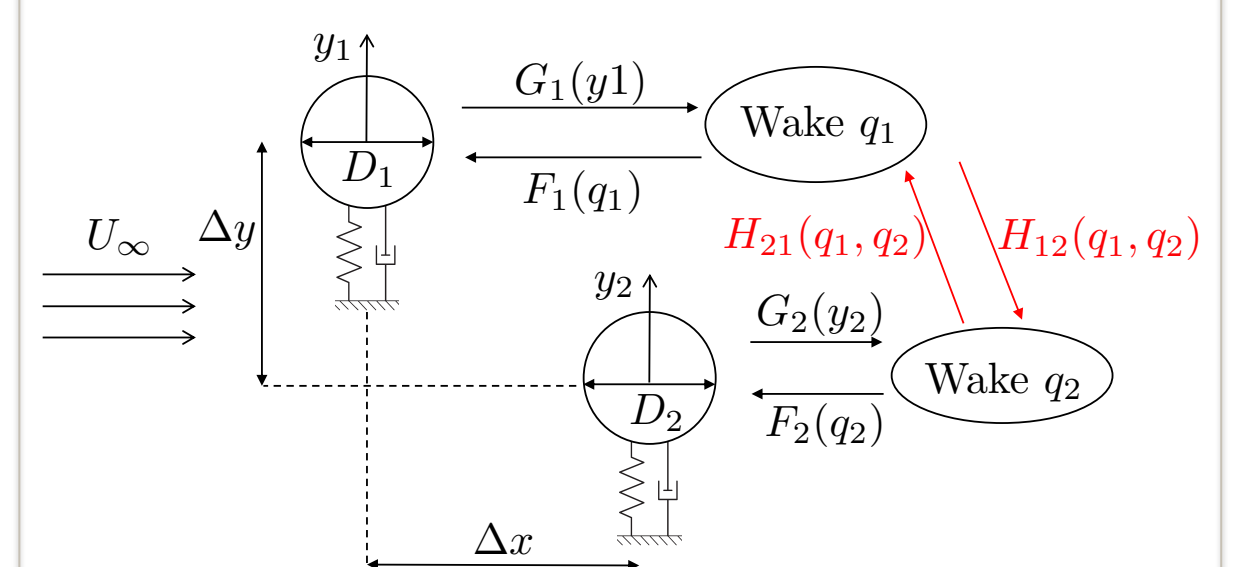
### 5. ÉTUDES



Ce phénomène de synchronisation peut être étudié par des méthodes numériques, couplant des éléments finis pour la structure à la CFD pour le fluide. Les simulations sont cependant lourdes et un modèle simple couplant deux équations différentielles (structure et fluide) est particulièrement utile et rapide. Grâce à une campagne expérimentale, ce projet étudie et modifie les modèles existants grâce à une compréhension approfondie du fluide (champ de vitesse (PIV), mesures de pressions...) et de sa synchronisation (diagramme de phase, solutions analytique et numérique).

### 6. EFFETS

En pratique, les structures ne sont pas seules dans un écoulement, plusieurs corps peuvent alors interagir par leur sillage et se synchroniser. Les conditions de VIV sont alors modifiées. Ce projet a pour but d'étudier cette dynamique multi corps grâce aux outils expérimentaux, déjà implémentés pour un cylindre seul (circulaire à l'ULiège, carré à Gênes).



Les conditions critiques sont alors prédites et les caractéristiques modales et aérodynamiques de la structure peuvent être modifiées en conséquence.